

УДК 621.777

## ВЛИЯНИЕ ТИПА МАТРИЦЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

Юрий Николаевич Логинов

Наталья Федоровна Костоусова

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Контактная информация: [j.n.loginov@urfu.ru](mailto:j.n.loginov@urfu.ru)

Методом конечных элементов с помощью программы QFORM решена задача прессования заготовки из титанового сплава. Рассмотрено влияние типа матрицы на деформированное и напряженное состояние. Сделан вывод о том, что большие деформации возникают при прессовании через плоскую матрицу, при прессовании через коническую матрицу уровень деформации оказывается меньше.

**Ключевые слова:** прессование, программный модуль QFORM, метод конечных элементов, титановый сплав.

## INFLUENCE OF DIE TYPE ON THE DISTRIBUTION OF STRAIN RATE AND DEFORMATION DURING TUBE EXTRUSION

Yuri Loginov

Natalya Kostousova

FSAEI HPE «UFU named after the first President of Russia B.N. Yeltsin»

Contacts: [j.n.loginov@urfu.ru](mailto:j.n.loginov@urfu.ru)

Task of titanium alloy article extrusion is solved by the method of finite elements with the using of QFORM program. Influence on the die type strain and stress state is considered. The conclusion is that large deformations occur when extrusion through a flat die, during extrusion through a conical die strain level is less.

**Keywords:** extrusion, QFORM software module, finite element method, titanium alloy.

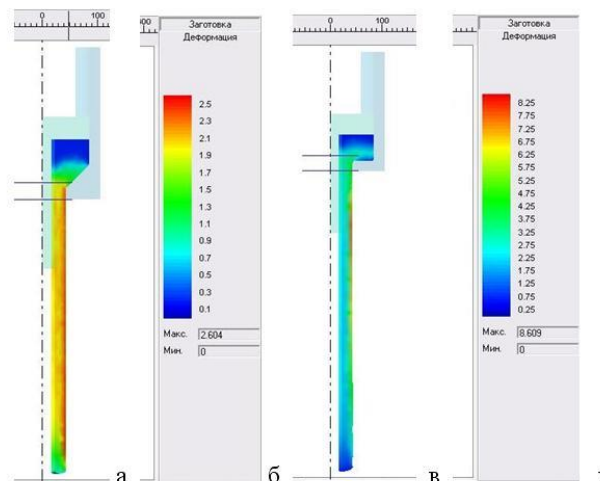
В последнее время в технологии прессования большее внимание стало уделяться влиянию конфигурации инструмента на характер истечения металла, поскольку это предопределяет возможность получения бездефектного металла и сообщение ему необходимого уровня свойств [1-5].

Целью работы являлась оценка напряженно-деформированного состояния при прессовании трубных заготовок с различной формой образующей матрицы. В качестве инструмента для анализа использован программный продукт QForm 2D/3D, который разрабатывается и поддерживается компанией КванторФорм (Россия). Подробная постановка задачи прессования в упомянутой программе описана в статье [6].

В качестве модельного материала при проведении расчетов использован титановый сплав ВТ6, температура прессования 1000 °С.

На рис. 1 изображена схема прессования, а областями равного уровня показано распределение деформации в очаге деформации и в готовом изделии в двух вариантах расчетов: при применении конической матрицы с углом наклона образующей 45° и плоской матрицы, имеющей радиус закругления на уровне калибрующего пояса.

Анализ деформированного состояния показывает, что степень деформации возрастает при входе в очаг деформации. Наибольшая степень деформации



**Рис. 1.** Распределение степени деформации при прессовании с изменением профиля матрицы: а) коническая с углом наклона образующей 45°; в) плоская; б) и г) соответствующие цветовые ключи

наблюдается на внешней стенке трубы. Это явление объясняется повышением доли сдвиговых деформаций по мере удаления от оси прессования. Однородное по длине распределение степени деформации

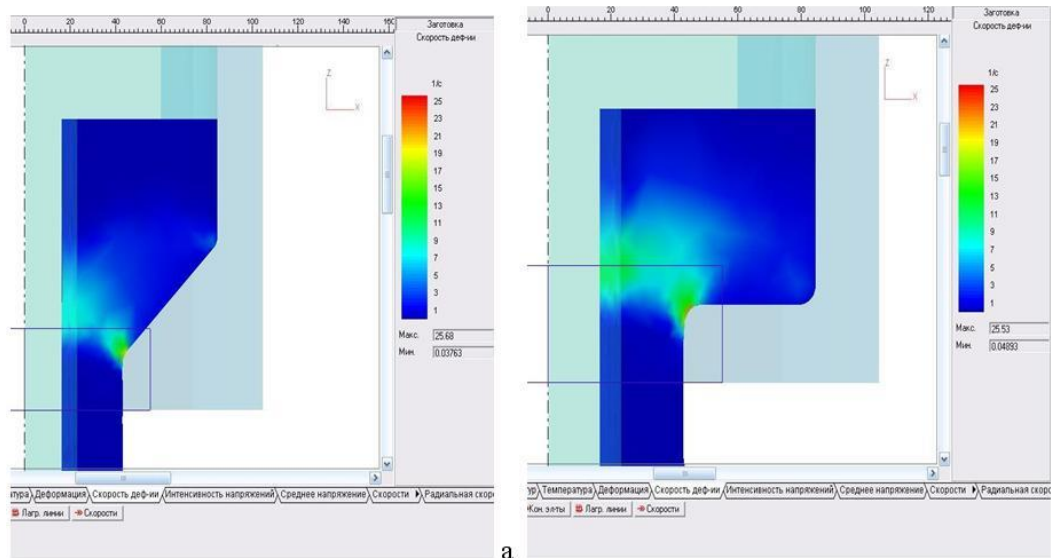


Рис.2. Распределение скорости деформации при прессовании с изменением профиля матрицы: а – коническая с углом наклона образующей  $45^\circ$ ; б – плоская

начинается на длине участка трубной заготовки, равной примерно двум диаметрам. Именно эту часть заготовки обычно принято отрезать от пресс-изделия как дефектную часть, ее деформационная проработка не достаточна для достижения необходимого комплекса свойств.

Степень деформации в локальных очагах при угле наклона матрицы  $\alpha=90^\circ$  заметно выше, чем при угле наклона матрицы  $\alpha=45^\circ$ . Это можно объяснить наличием больших сдвигов при применении именно плоской матрицы. Обычно энергетические затраты на процесс прессования в этом случае оказываются также выше.

На рис. 2 показано распределение скоростей деформации в двух вариантах проведения процесса. Скорость деформации наглядно демонстрирует границы очага деформации. Выявлено, что скорость деформации принимает свои максимальные значения в области выхода металла из матрицы.

Конфигурация поля скоростей может быть описана следующим образом. При продвижении металла по контейнеру увеличиваются скорости деформации до максимальных значений, наблюдаемых в области, которую можно описать радиальными поверхностями. По радиальной координате можно выделить два максимума: один вблизи поверхности иглы, а второй вблизи калибрующего пояса матрицы. При этом преобладает второй максимум – у матрицы. Это говорит о том, что локальный разогрев металла здесь достигается большей величины. На фоне максимумов существует область с пониженными значениями скорости деформации – в центре стенки трубной заготовки. Меньшие значения скорости деформации в этой области достигаются при использовании конической матрицы.

Таким образом, установлены различия в деформированном состоянии при прессовании трубной заготовки через коническую и плоскую матрицы: большая степень деформации достигается при прессовании

через плоскую матрицу. Более однородно степень деформации распределена при прессовании через коническую матрицу. Однако более однородно скорость деформации распределяется при прессовании через плоскую матрицу.

#### Библиографический список

1. Duan, X. .Application of finite element method in the hot extrusion of aluminium alloys / X. Duan, X. Velay. T. Sheppard // Materials Science and Engineering A. - 2004. - V. 369. - P. 66-75.
2. Ершов, А.А. Возможности QFORM-EXTRUSION на примере прессования сложных профилей / А.А. Ершов, В.В. Котов, Ю.Н. Логинов // Металлург. ~ 2011.-№10.-С. 32-37.
3. Lin, Ch. An innovative extrusion die layout design approach for single-hole dies. Journal of Materials Processing Technology / Ch. Lin, R.S. Ransing. - 2009. - V. 209.-P. 3416-3425.
4. Логинов, Ю.Н. Тестирование системы DEFORM в режиме расчета деформаций при прессовании титана в 2D и 3D - постановках / Ю.Н. Логинов, А.А. Ершов, В.В. Котов // Титан - 2011. - №3. - С. 18-24.
5. Gordon, W.A. Overview of adaptable die design for extrusions / W.A. Gordon, C.J. Van Tyne, Y.H. Moon // Journal of Materials Processing Technology. - 2007. - V. 187-188. - P 662-667.
6. Логинов, Ю.Н. Аналитическое исследование с использованием МКЭ прессования альфа - титановых сплавов и прогнозом ориентации текстуры / Ю.Н. Логинов, А.А. Ершов // Технология легких сплавов. -2012. -№ 3. - С. 79-87.
7. Логинов, Ю.Н. Моделирование процесса прессования трубной заготовки из титанового сплава в программе QFORM 2D/3D / Ю.Н. Логинов, В.В. Котов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. - 2010.-№ 12. С. 36-40.